

CLIPPEDIMAGE= DE004029974A1

PUB-NO: DE004029974A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 4029974 A1

TITLE: Piezoelectric elements are cut from wafer - by using diamond coated saw and sawing through wafer thickness in 3 patterns of parallel lines to give regular hexagonal elements

PUBN-DATE: March 26, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BARTEN, AXEL DIPL ING	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SIEMENS AG	DE

APPL-NO: DE04029974

APPL-DATE: September 21, 1990

PRIORITY-DATA: DE04029974A (September 21, 1990)

INT-CL\_(IPC): H01L041/08; H01L041/22

EUR-CL (EPC): H01L041/24; B28D005/02, B28D007/04

US-CL-CURRENT: 257/77

ABSTRACT:

Piezoelectric elements are cut from a wafer (W) of pizeoceramic material which is attached to a carrier, pref. self adhesive plastic material, by making 3 patterns of parallel cuts (S) at a distance (s) from each other. The patterns make an angle of 60 degrees with each other (beta1, 2 and 3). The resulting individual piezoelectric elements have a regular hexagonal shape. The saw is pref. a diamond coated disk (D). USE/ADVANTAGE - The method is able to give a

much higher yield of usable elements than current techniques. The individual elements can be easily separated using standard pick and place methods. The shape of the elements is close to that obtained with current ultrasonic cutting methods. The elements are used in the mfr. of printing heads to eject a drop of ink from a reservoir.



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 40 29 974 A 1**

⑥① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 01 L 41/22**  
H 01 L 41/08

②① Aktenzeichen: P 40 29 974.0  
②② Anmeldetag: 21. 9. 90  
④③ Offenlegungstag: 26. 3. 92

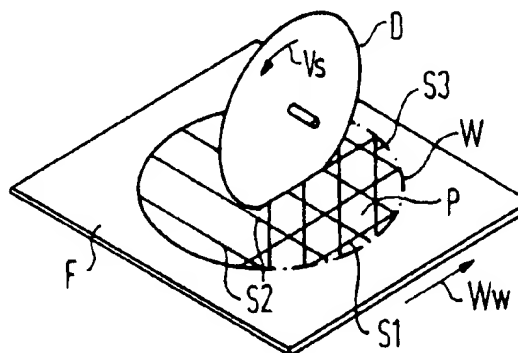
**DE 40 29 974 A 1**

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 8000 München, DE

⑦② Erfinder:  
Barten, Axel, Dipl.-Ing., 8000 München, DE

⑤④ **Verfahren zur Herstellung von Piezoelementen und nach diesem Verfahren hergestelltes Piezoelement**

⑤⑦ Zur Herstellung von Piezoelementen (P), insbesondere von Piezoaktoren für Tintendruckköpfe, wird zunächst ein Wafer (W) aus Piezokeramik auf einen Träger, vorzugsweise auf eine selbstklebende Folie (F) aufgebracht. Danach werden durch Trennschleifen, vorzugsweise mit einer Diamantschleifscheibe (D) drei Scharen von Schnitten (S1, S2, S3) derart in den Wafer (W) eingebracht, daß eine Vielzahl sechseckförmiger Piezoelemente (P) entsteht. Die Sechseckform gewährleistet bei hoher Ausbeute eine gute Kantenqualität der durch Trennschleifen vereinzelter Piezoelemente (P). Die weitere Verarbeitung der Piezoelemente (P) von der Folie (F) kann nach dem Pick & Place Verfahren vorgenommen werden.



**DE 40 29 974 A 1**

## Beschreibung

Für einen in Planartechnik aufgebauten Tintendruckkopf sind Piezoaktoren erforderlich, die als Biegeschwinger durch eine angelegte und gesteuerte Spannung einen Druckimpuls erzeugen und damit einen Tintentropfen durch die zugeordnete Düse ausstoßen (DE-A- 34 38 033). Als Piezoaktoren werden dabei runde, plättchenförmige Piezoelemente eingesetzt.

Bei der Herstellung runder Piezoaktoren wird ein Wafer aus Piezokeramik auf einen Glaträger aufgewachst, worauf die einzelnen Aktoren mit Hilfe von Mehrfachwerkzeugen durch Ultraschall-Schwinglappen aus dem Wafer herausgearbeitet werden. Nach dem Ablösen vom Glaträger und einem anschließenden Reinigungsvorgang liegen die einzelnen Piezoaktoren als Schüttgut vor.

Bei der Herstellung von runden Piezoaktoren durch Ultraschall-Schwinglappen bereiten die Symmetrieeinhaltung und das Entstehen von Mikroquerrissen Probleme. Außerdem ist die Ausbeute an Piezoaktoren pro Wafer gering.

Der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, mit geringem fertigungstechnischen Aufwand aus einem Wafer aus Piezokeramik eine möglichst hohe Anzahl qualitativ hochwertiger Piezoelemente herzustellen.

Die Herstellung sechseckförmiger Piezoelemente durch Trennschleifen führt einerseits zu einer guten Kantenqualität der aus dem Wafer herausgetrennten Piezoelemente, während andererseits bei kurzer Fertigungszeit eine hohe Ausbeute erzielt wird. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß die einzelnen Piezoelemente nach dem Trennschleifen in geordneter Lage auf dem Träger vorliegen und damit eine weitere Verarbeitung nach dem Pick & Place Verfahren ermöglicht wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 und 3 angegeben.

Die Ausgestaltung nach Anspruch 2 ermöglicht einerseits eine sichere Fixierung der Wafer, während andererseits nach dem Vereinzeln durch Trennschleifen das Ablösen der fertigen Piezoelemente nach dem Pick & Place Verfahren keine Probleme bereitet.

Die Ausgestaltung nach Anspruch 3 ermöglicht bei gleichzeitiger Erhöhung der Standzeit des Werkzeugs eine weitere Verbesserung der Kantenqualität der einzelnen Piezoelemente.

Gemäß Anspruch 4 gibt die Erfindung auch ein Piezoelement in Sechseckform an, dessen Geometrie den bislang verwendeten runden Piezoelementen in Näherung angepaßt ist, dabei aber eine wesentlich höhere Ausbeute ermöglicht.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen

Fig. 1 das Prinzip der Herstellung von Piezoelementen in Sechseckform durch Trennschleifen,

Fig. 2 die Anordnung der Schnitte beim Trennschleifen,

Fig. 3 eine Draufsicht auf ein Piezoelement in Sechseckform und

Fig. 4 eine Seitenansicht des Piezoelements gemäß Fig. 3.

Fig. 1 zeigt in stark vereinfachter schematischer Darstellung die Herstellung von Piezoelementen P aus ei-

nem Wafer W durch Trennschleifen mit einer Diamantschleifscheibe D. Ausgegangen wird dabei von einem 2"-Wafer aus Piezokeramik, der eine Stärke von 80 µm aufweist und zur Bildung von späteren Elektroden beidseitig metallisiert ist. Dieser Wafer W wird auf einer selbstklebenden Folie F fixiert, wobei die Folie F auf in Fig. 1 nicht näher erkennbare Weise zwischen zwei konzentrischen Ringen eingespannt ist. Dieses Wafer-Folien-System wird auf in der Zeichnung ebenfalls nicht näher dargestellte Weise auf einer handelsüblichen Präzisionstrennschleifmaschine mittels Vakuum gehalten.

Als Werkzeug wird die bereits erwähnte Diamantschleifscheibe D eingesetzt, mit der bei hoher Schnittgeschwindigkeit  $V_s$  aber relativ geringer Vorschubgeschwindigkeit  $V_w$  der Wafer W in einzelnen, sechseckförmige Piezoelemente P vereinzelt wird. Mit Hilfe einer programmierbaren Steuerung werden drei Scharen von Schnitten  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  derart gelegt, daß sechseckförmige Piezoelemente P in der insbesondere aus Fig. 2 ersichtlichen Anordnung entstehen. Die einzelnen Scharen von Schnitten  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  verlaufen um die der Sechseckform entsprechenden Winkel  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  und  $\beta_3$  von 60° geneigt zueinander, während die gleichen Abstände  $s$  zwischen den einzelnen Schnitten  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  dem aus Fig. 3 ersichtlichen korrespondierenden Maß  $s$  zwischen zwei parallelen Seiten eines sechseckförmigen Piezoelements P entsprechen.

Bei dem geschilderten Ausführungsbeispiel wurde eine Diamantschleifscheibe D mit einem Durchmesser von 55 mm und einer Stärke von 100 µm bei Drehzahlen von 30 000 Umdrehungen/Min. eingesetzt. Die Schnittgeschwindigkeit  $V_s$  betrug 90 m/s, während die Vorschubgeschwindigkeit  $V_w$  3–5 mm/s betrug. Aus dem 2"-Wafer wurde bei einer Fertigungszeit von 2 Sekunden pro Piezoelement P eine Ausbeute von 1200 Piezoelementen P erzielt. Das Diagonalmäß  $e$  (vgl. Fig. 3) schwankte zwischen 0,95 mm und 1,25 mm. Die Stärke  $a$  (vgl. Fig. 4) der Piezoelemente P entsprach der Stärke des Wafers W von 0,08 mm. Die Kantenausbrüche der Piezoelemente P waren auf der oberen Seite geringer als 5 µm und auf der unteren Seite geringer als 10 µm.

Nach dem Trennschleifen liegen die einzelnen Piezoelemente P in geordneter Lage auf der Folie F vor, so daß sie mit der Saugpipette bzw. dem Hartmetall-Collet einer nach dem Pick & Place Prinzip arbeitenden Handhabungseinrichtung abgehoben werden können. Die Lösung der Piezoelemente P von der Folie F wird dabei durch eine Nadel ermöglicht, die von unten derart gegen die Folie F drückt, daß das jeweilige Piezoelement angehoben wird. Beim anschließenden gemeinsamen Hochfahren von Nadel und Hartmetall-Collet reißt die Folie F vom Piezoelement P, so daß dieses über eine freiprogrammierbare Steuerung in eine beliebige Montageposition gefahren werden kann.

Im geschilderten Ausführungsbeispiel wurden die sechseckförmigen Piezoelemente P als Piezoaktoren für in Planartechnik aufgebaute Tintendruckköpfe eingesetzt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Piezoelementen, insbesondere von Piezoaktoren für Tintendruckköpfe, bei welchem ein Wafer (W) aus Piezokeramik zunächst auf einen Träger aufgebracht wird und dann durch Trennschleifen mit jeweils gleichem Abstand ( $s$ ) voneinander drei um Winkel ( $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ ) von 60° geneigt zueinander verlaufende

Scharen von Schnitten (S1, S2, S3) derart in den Wafer (W) eingebracht werden, daß eine Vielzahl sechseckförmiger Piezoelemente (P) entsteht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wafer (W) auf eine selbstklebende Folie (F) als Träger aufgebracht wird. 5

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zum Trennschleifen eine Diamantschleifscheibe (D) verwendet wird.

4. Piezoelement in Sechseckform, das nach einem 10 Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche hergestellt ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

